

Attorney Docket # 5454-7

Express Mail #EV363605562US  
Patent

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of

Dr. Thomas STOCKMEIER et al.

Serial No.: n/a

Filed: concurrently

For: POWER SEMICONDUCTOR MODULE

**LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop **Patent Application**

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

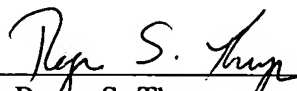
SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is the certified documentation as follows:

Application No. **DE 103 16 355.7**, filed on April 10, 2003, in Germany, upon which the priority claim is based.

Respectfully submitted,  
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By



Roger S. Thompson

Reg. No. 29,594

551 Fifth Avenue, Suite 1210

New York, New York 10176

(212) 687-2770

Dated: April 9, 2004

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 16 355.7  
**Anmeldetag:** 10. April 2003  
**Anmelder/Inhaber:** Semikron Elektronik GmbH,  
90253 Nürnberg/DE  
**Bezeichnung:** Leistungshalbleitermodul  
**IPC:** H 01 L 25/07

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. März 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Wallner', is written over the text 'Im Auftrag'.

Wallner

Semikron Elektronik GmbH

Sigmundstr. 200

90431 Nürnberg

Postfach 820 251

90253 Nürnberg

## *Leistungshalbleitermodul*

### 5 Beschreibung



Die Erfindung beschreibt ein Leistungshalbleitermodul bestehend aus einem Gehäuse mit Grundplatte oder zur direkten Montage auf einem Kühlkörper und mindestens einem darin angeordneten elektrisch isolierenden Substrat. Dieses besteht seinerseits aus einem Isolierstoffkörper mit einer Mehrzahl darauf befindlicher gegeneinander isolierter metallischer Verbindungsbahnen und auf diesen befindlichen und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbundenen Leistungshalbleiterbauelementen. Vorteilhafterweise weist das Substrat auf seiner Unterseite eine flächige metallische Schicht, vergleichbar den Verbindungsbahnen, auf. Weiterhin weisen derartige Leistungshalbleitermodule Anschlusselemente für Last- und Hilfskontakte auf.

- 15 Leistungshalbleitermodule, die Ausgangspunkt dieser Erfindung sind, sind beispielhaft bekannt aus DE 42 37 632 A1 und DE 196 30 173 C2. Derartige Leistungshalbleitermodule weisen zumindest teilweise als Kontaktfedern ausgebildete Anschlusselemente zur Verbindung der Verbindungsbahnen des Substrates mit externen Anschlüssen auf. Diese Kontaktfedern sind derart im Leistungshalbleitermodul angeordnet, dass sie die
- 20 Anschlussbelegung im Inneren des Substrates auf die äußeren Anschlüsse abbilden.



Nachteilig an o.g. Stand der Technik ist, dass die äußere Anschlussbelegung somit durch die interne direkt vorgegeben ist. Äußere Beschaltungen, wie beispielhaft Treiberschaltungen, müssen daher an die interne Anschlussbelegung des Leistungshalbleitermoduls angepasst werden.

Beispielhaft aus der DE 100 25 696 A1 ist ein weiteres Leistungshalbleitermodul bekannt, welches eine senkrecht zum Substrat angeordnete Leiterplatte offenbart. Diese Leiterplatte ist mit einem Teilbereich im Inneren und mit einem weiteren Teilbereich außerhalb des Leistungshalbleitermoduls angeordnet und bildet somit dessen Anschlusselemente.

- 5    Nachteilig hierbei ist, dass durch die Lage der Leiterplatte ebenfalls die äußere Anschlussbelegung festgelegt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde ein Leistungshalbleitermodul vorzustellen, bei dem die interne Anschlussbelegung schaltungsgerecht ausgeführt ist und durch einfache Maßnahmen an eine davon abweichende äußere Anschlussbelegung angepasst werden kann.

10    Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Leistungshalbleitermodul nach dem Anspruch 1, spezielle Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

Der Grundgedanke der Erfindung geht aus von einem Leistungshalbleitermodul mit einer Grundplatte oder zur direkten Montage auf einem Kühlkörper nach dem genannten Stand  
15    der Technik bestehend aus einem rahmenartigen Gehäuse mit mindestens einem darin angeordneten elektrisch isolierenden Substrat. Dieses Substrat besteht seinerseits aus einem Isolierstoffkörper mit einer Mehrzahl von auf seiner ersten Hauptfläche befindlichen gegeneinander isolierten metallischen Verbindungsbahnen sowie vorzugsweise aus einer auf seiner zweiten Hauptfläche angeordneten flächigen metallischen Schicht. Auf den  
20    Verbindungsbahnen der ersten Hauptfläche und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbunden ist eine Mehrzahl von Leistungshalbleiterbauelementen angeordnet. Das erfinderische Leistungshalbleitermodul weist nach außen führende Anschlusselemente für Last- und Hilfskontakte auf. Zumindest ein Teil dieser Anschlusselemente wird im Inneren des Leistungshalbleitermoduls gebildet durch  
25    Kontaktverbinder, vorzugsweise Kontaktfedern, die in einer Haltevorrichtung zwischen Verbindungsbahnen und auf einer Leiterplatte angeordneten Kontaktpunkten angeordnet sind. Die Leiterplatte weist Leiterbahnen auf, die diese Kontaktpunkte mit nach außen führenden Kontaktelementen, die ebenfalls auf dieser Leiterplatte angeordnet sind, verbindet.

Vorteilhafterweise kann durch Anordnung weiteren Bauelemente auf der Leiterplatte die  
30    Funktionalität des Leistungshalbleitermoduls erhöht werden.

Vorteilhaft an dieser Ausgestaltung eines Leistungshalbleitermoduls ist, dass die äußere Anschlussbelegung unabhängig von der inneren gewählt werden kann. Somit müssen beispielhaft Treiberplatinen bei einer Änderung des oder der Substrate und / oder der Art oder Anzahl der Leistungshalbleiterbauelemente nicht verändert werden.

- 5 Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 bis 6 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Teilmodul eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls in Draufsicht.

Fig. 2 zeigt eine Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls in Seitenansicht.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls in Seitenansicht.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls in Seitenansicht.

- 15 Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße Ausgestaltung eines intelligenten Leistungshalbleitermoduls in Seitenansicht.

Fig. 6 zeigt eine Anordnung von drei erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermodulen in dreidimensionaler Ansicht.

- 20 Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleitermodul in Draufsicht. Dargestellt ist ein Leistungshalbleitermodul (10) bestehend aus einer Grundplatte (20) zur Montage auf einem Kühlkörper. Hierzu weist diese Grundplatte (20) im Bereich ihrer Ecken jeweils eine Ausnehmung (22) auf. Das Modul besteht weiterhin aus einem rahmenartigen Gehäuse (30) sowie zwei elektrisch isolierenden Substraten (50). Das jeweilige Substrat besteht
- 25 Grundplatte abgewandten Hauptfläche befindlichen gegeneinander isolierten metallischen Verbindungsbahnen (54). Auf seiner zweiten der Grundplatte zugewandten Hauptfläche weist das Substrat eine den Verbindungsbahnen der ersten Hauptfläche gleichartige flächige Metallisierung (53, Fig. 2) auf. Auf den Verbindungsbahnen (54) und mit diesen

schaltungsgerecht mittels Drahtbondverbindungen (58) verbunden sind Leistungshalbleiterbauelemente (56), sowie ein Sensorikbauteil (58) angeordnet. Zur elektrische Kontaktierung weist das Teilmodul (10) Anschlusselemente (40) für die Lastanschlüsse auf. Die Verbindungsbahnen (54) der Substrate (50) sind zum Teil

5 miteinander und mit den Anschlusselementen (40) mittels Drahtbondverbindungen (42, 44, 46) verbunden.

Weiterhin weist das erfindungsgemäße Leistungshalbleiterbauelement Federkontakte (60) auf, die einem nicht dargestellten Hilfsrahmen angeordnete sind auf. Diese Federkontakte (60) verbinden die Verbindungsbahnen (54) mit Kontaktpunkten auf einer Leiterplatte (71).

10 Diese Kontaktpunkte sind auf der Unterseite der Leiterplatte (71) angeordnet, die weiterhin auf dieser, dem Substrat (50) zugewandten Unterseite Leiterbahnen (72) aufweist. Diese verbinden die Kontaktpunkte (78) mit nach außen führenden Kontaktelementen, hier Steckstiftverbindern (74). Alternativ sind hierzu beispielhaft auch Lötösen oder Lötstifte mögliche Kontaktelemente. Dies Kontaktelemente durchdringen den Deckel (70) und stellen

15 somit die äußere Anschlussbelegung dar. Diese äußere Anschlussbelegung weicht von der durch die Kontaktstellen der Federkontakte auf dem Substrat (50) dargestellten inneren Anschlussbelegung deutlich ab. Somit gestattet das erfindungsgemäße Leistungshalbleiterbauelement eine von der inneren völlig unabhängige äußere Anschlussbelegung.

20 Die Fig. 2 bis 5 zeigen verschieden Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls (10) mit einem rahmenartigen Gehäuse (30) in der Seitenansicht. Auf der Grundplatte (20) angeordnet ist ein sog. DCB (Direct Copper Bonding) Substrat (50). Dieses besteht aus einem Isolierstoffkörper (52), beispielhaft einer Aluminiumoxid- oder Aluminiumnitridkeramik, mit auf seiner der Grundplatte zugewandten Seite flächigen (53) und

25 auf seiner der Grundplatte (20) abgewandten Seite strukturierten Kupferschicht (54). Diese Kupferschicht (54) stellt die Verbindungsbahnen des Leistungshalbleitermoduls dar. Auf diesen Verbindungsbahnen (54) sind die Bauelemente (56), in der Regel Leistungshalbleiterbauelemente und Sensorikbauteile, angeordnet. Die schaltungsgerechten Verbindungen erfolgen mittels Drahtbondverbindungen (44).

30 In Fig. 2 werden die Anschlusselemente im ersten Teil ihres Verlaufs mittels Kontaktfedern (60) gebildet, die zwischen Kontaktstellen auf den Verbindungsbahnen (54) und

Kontaktflächen (78) auf einer Leiterplatte (71) angeordnet sind. Im weiteren werden die Anschlusselemente durch Verbindungsbahnen (72) auf der Leiterplatte (71) und nach außen führend mittels Kontaktstiften (74) eines ebenfalls auf der Leiterplatte angeordneten Stiftsteckverbinders (76) gebildet, wobei die Kontaktstifte (76) den Deckel (70) durchdringen.

- 5 In Fig. 3 werden die Anschlusselemente im ersten Teil ihres Verlaufs ebenfalls mittels Kontaktfedern (60) und auf einer Leiterplatte angeordneter Leiterbahnen (72) gebildet. Die Leiterplatte, auf deren Kontaktflächen (78) diese Kontaktfedern enden, ist allerdings integraler Bestandteil des Deckels (70). Der Deckel ist hier rahmenartig ausgebildet und umschließt die Leiterplatte an ihren Kanten, ohne sie vollständig zu überdecken. Die
- 10 Kontaktelemente (76) für die äußere Kontaktierung werden durch Lötstifte, die die Leiterplatte (71) durchdringen, gebildet.

In Fig. 4 wird die modernste und einfachste Konstruktion dargestellt. Hierbei wird der Deckel (70) selbst als Leiterplatte ausgebildet, indem auf seiner Innenseite Leiterbahnen direkt angeordnet sind. Derartige Verfahren sind beispielhaft als MID (Molded Interconnect

15 Devices) bekannt. Die Kontaktelemente (76) sind hier in den Kunststoff des Deckels (70) eingespritzte Lötstifte.

- Fig. 5 zeigt ein erfahrungsgemäßes Leistungshalbleitermodul gemäß Fig. 3 mit einer erhöhten Funktionalität. Durch die Anordnung von weiteren aktiven und / oder passiven Bauelementen, wie Widerständen, Kondensatoren oder integrierten Schaltungen, wird aus
- 20 dem bekannten Leistungshalbleitermodul ein intelligentes Leistungshalbleitermodul, da hier zumindest teilweise die Funktionalität einer Treiber- oder sonstigen Schaltung (Auswerte-, Sensorikbeschaltung) direkt in bzw. auf dem Modul angeordnet wird. Falls auch Lastanschlüsse in der beschriebenen Art ausgebildet sind, können auch Stromsensoren und deren Auswerteschaltungen auf der Leiterplatte angeordnet werden.

- 25 Fig. 5 zeigt weiterhin einen zusätzlichen Kontaktverbinder, eine Kontaktfeder (60), der die Grundplatte (60) und damit auch den Kühlkörper elektrisch leitend mit der Leiterplatte (71) verbindet. Somit wird an der Leiterplatte (71) dieses Potential für dort beispielhaft angeordnete Auswerteschaltungen zur Verfügung gestellt.

- 30 Fig. 6 zeigt eine Anordnung von drei erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermodulen in dreidimensionaler Ansicht. Hierbei bilden drei Leistungshalbleitermodule (10) mit jeweils

einer Halbbrückenschaltung eine 3-Phasen Brückenschaltung. Ein gemeinsamer Deckel (70) mit einer Anordnung der Leiterbahnen (72) und Kontaktelementen (76) gemäß Fig. 5 überdeckt alle drei Einzelmodule (10).





## Ansprüche

- 5 1. Leistungshalbleitermodul (10) mit einer Grundplatte (20) oder zur direkten Montage auf einem Kühlkörper bestehend aus einem rahmenartigen Gehäuse (30) einem Deckel (70) und mit mindestens einem innerhalb des Gehäuses (30) angeordneten elektrisch isolierenden Substrat (50), das seinerseits besteht aus einem Isolierstoffkörper (52) mit einer Mehrzahl von darauf befindlichen gegeneinander isolierten metallischen Verbindungsbahnen (54), darauf befindlichen und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbundenen Leistungshalbleiterbauelementen (56) sowie nach außen führenden Anschlusselementen für Last- und Hilfskontakte, wobei

10 zumindest ein Teil der Anschlusselemente im Inneren des Leistungshalbleitermoduls gebildet wird durch Kontaktverbinder (60), die zwischen Verbindungsbahnen (54) und Kontaktpunkten (78) auf einer Leiterplatte (71) angeordnet sind und wobei diese Leiterplatte Leiterbahnen (72) aufweist, die diese Kontaktpunkte mit nach außen führenden Kontaktelementen (76) verbindet.
- 15 2. Leistungshalbleitermodul (10) nach Anspruch 1, wobei auf der Leiterplatte (71) aktive und / oder passive elektronische Bauelemente (80, 82) angeordnet und schaltungsgerecht mit den Verbindungsbahnen (72) verbunden sind.
- 20 3. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei auch die Grundplatte (20) oder der Kühlkörper mittels mindestens eines Kontaktverbinders (60) mit der Leiterplatte (71) verbunden ist.

4. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kontaktverbinder (60) als Kontaktfedern ausgebildet sind.
5. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Leiterplatte (71) innerhalb des Leistungshalbleitermoduls (1) parallel zwischen dem Substrat (50) und dem Deckel (70) angeordnet ist und diese Leiterplatte (71) Kontaktelemente (76) aufweist, die durch die Leiterplatte selbst sowie den Deckel hindurch führen.
6. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Leiterplatte (71) innerhalb eines rahmenartig ausgebildeten Deckels (70) eingebettet ist und somit selbst einen Teil des Deckels (70) bildet.
7. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Leiterplatte gebildet wird aus dem Deckel (70) selbst mit, auf seiner Innenseite angeordneten Leiterbahnen und wobei das Leistungshalbleitermodul durch diesen Deckel hindurchführende Kontaktelemente (76) aufweist.
- 15 8. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kontaktelemente als Steckstiftverbinder oder Lötösen ausgebildet sind.
9. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei mindestens ein Substrat (50) ein Sensorikbauteil aufweist.

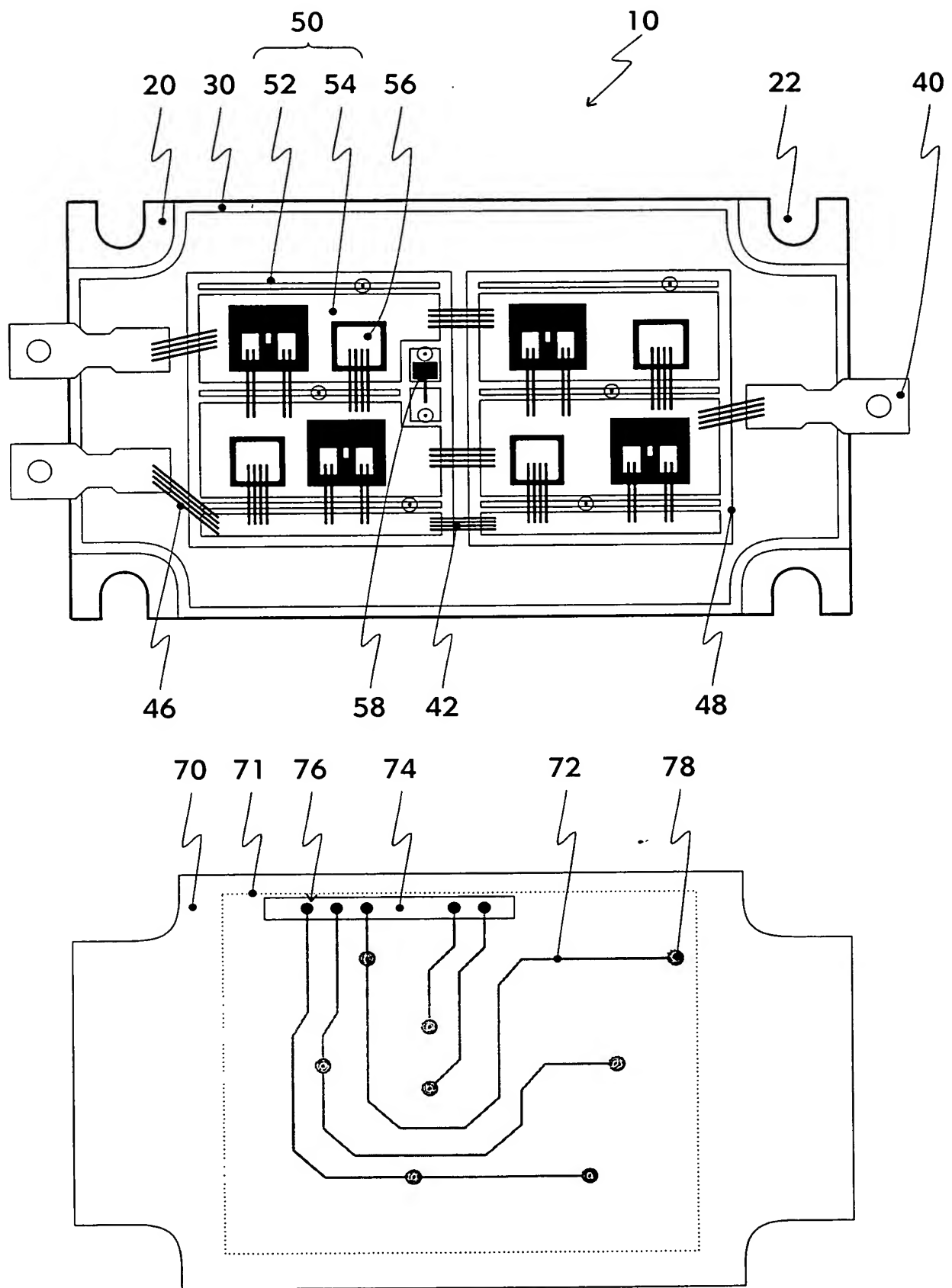


Fig. 1

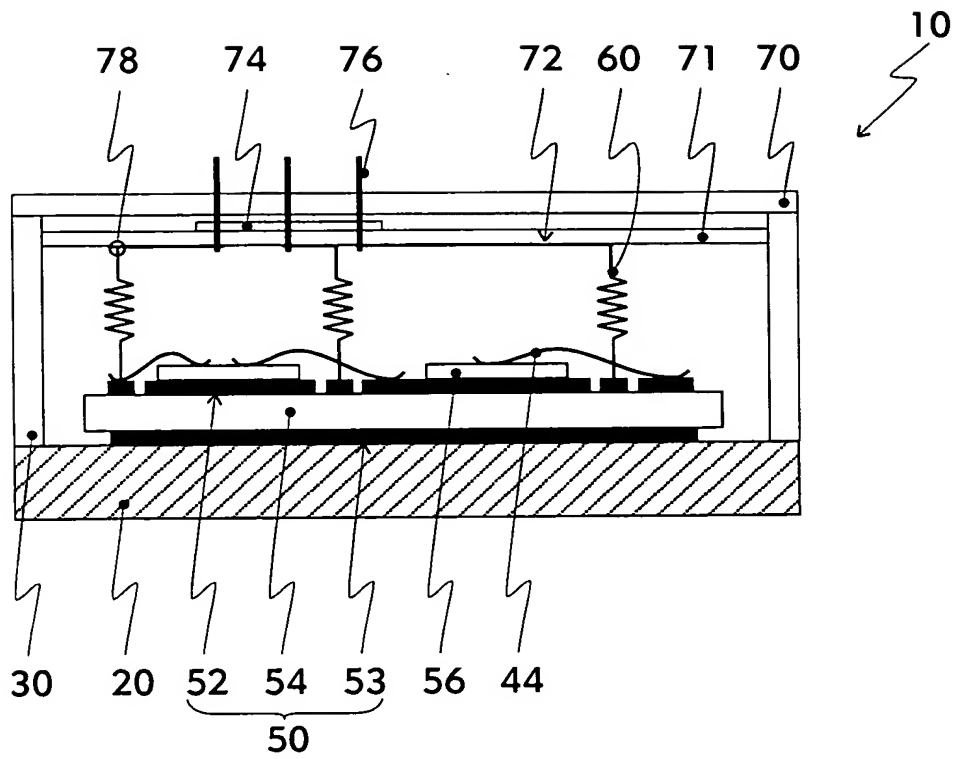


Fig. 2

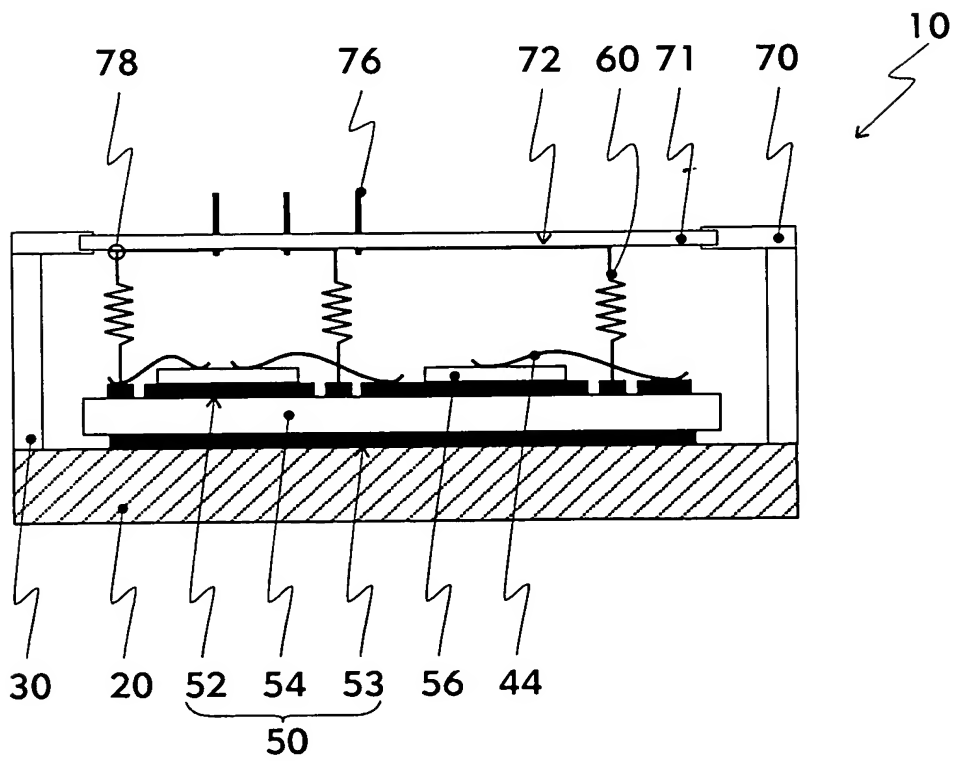


Fig. 3

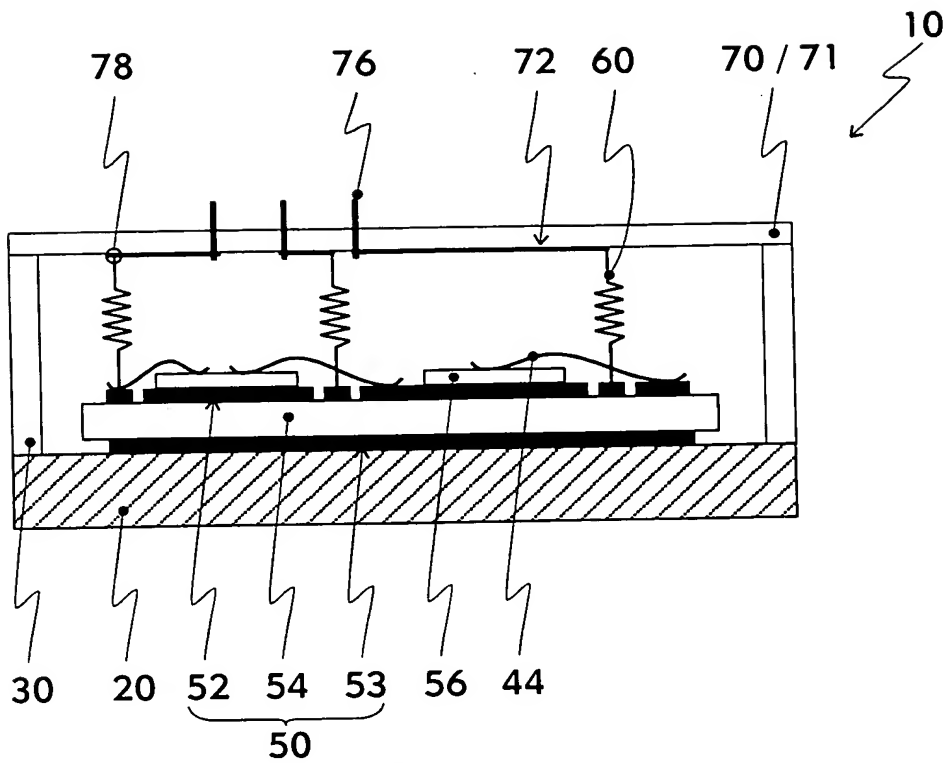


Fig. 4

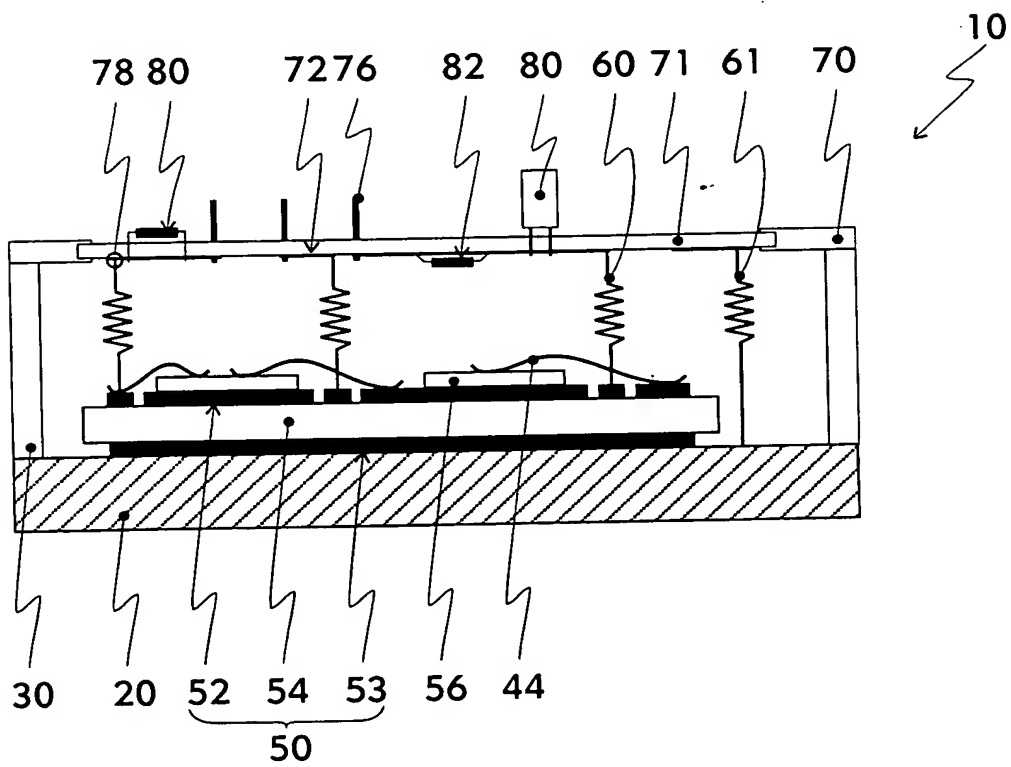


Fig. 5

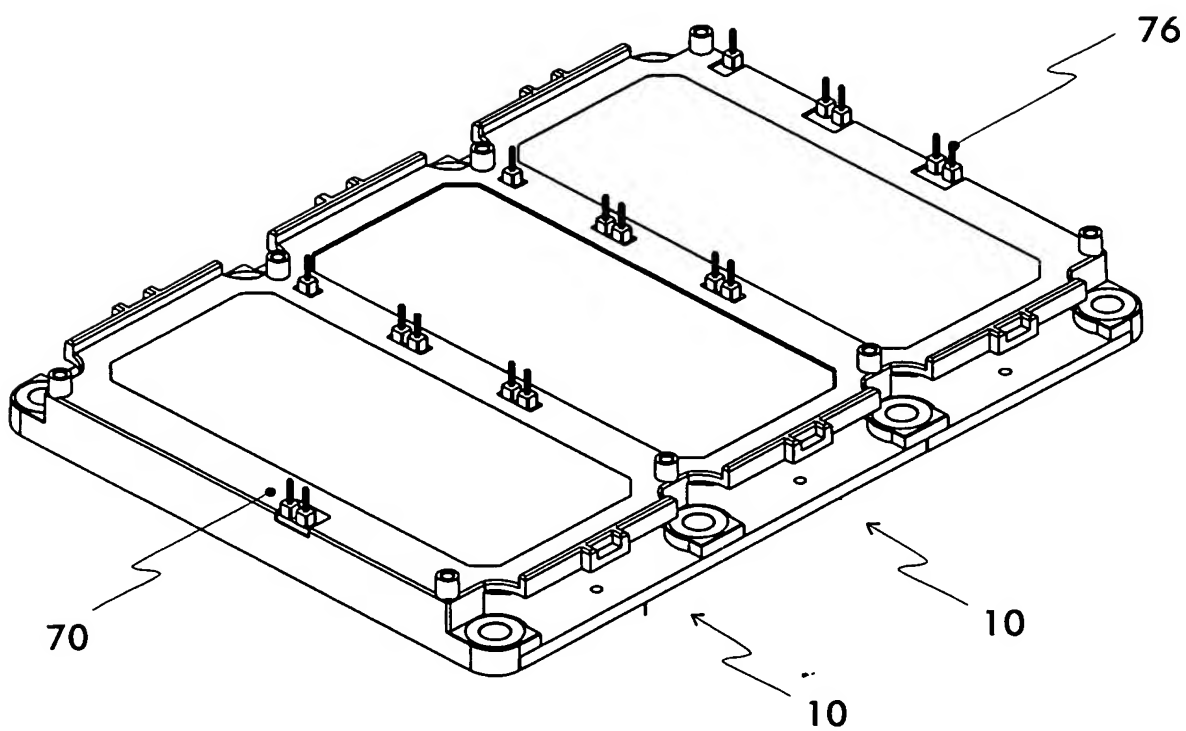


Fig. 6

## Zusammenfassung

Die Erfindung beschreibt ein Leistungshalbleitermodul (10) mit einer Grundplatte bestehend aus einem rahmenartigen Gehäuse (30) einem Deckel (70) und mit mindestens einem innerhalb des Gehäuses (30) angeordneten elektrisch isolierenden Substrat (50). Das

- 5 Substrat besteht aus einem Isolierstoffkörper (52) mit einer Mehrzahl von darauf befindlichen gegeneinander isolierten metallischen Verbindungsbahnen (54), darauf befindlichen Leistungshalbleiterbauelementen (56) sowie nach außen führenden Anschlusselementen für Last- und Hilfskontakte. Einige dieser Anschlusselemente bestehen im Inneren des Leistungshalbleitermoduls durch Kontaktfedern (60), die zwischen Verbindungsbahnen (54) und Kontaktpunkten (78) auf einer Leiterplatte (71) angeordnet sind. Diese Leiterplatte weist
- 10 Leiterbahnen (72) auf, die diese Kontaktpunkte mit nach außen führenden Konaktelementen (76) verbindet.

((Fig. 3))

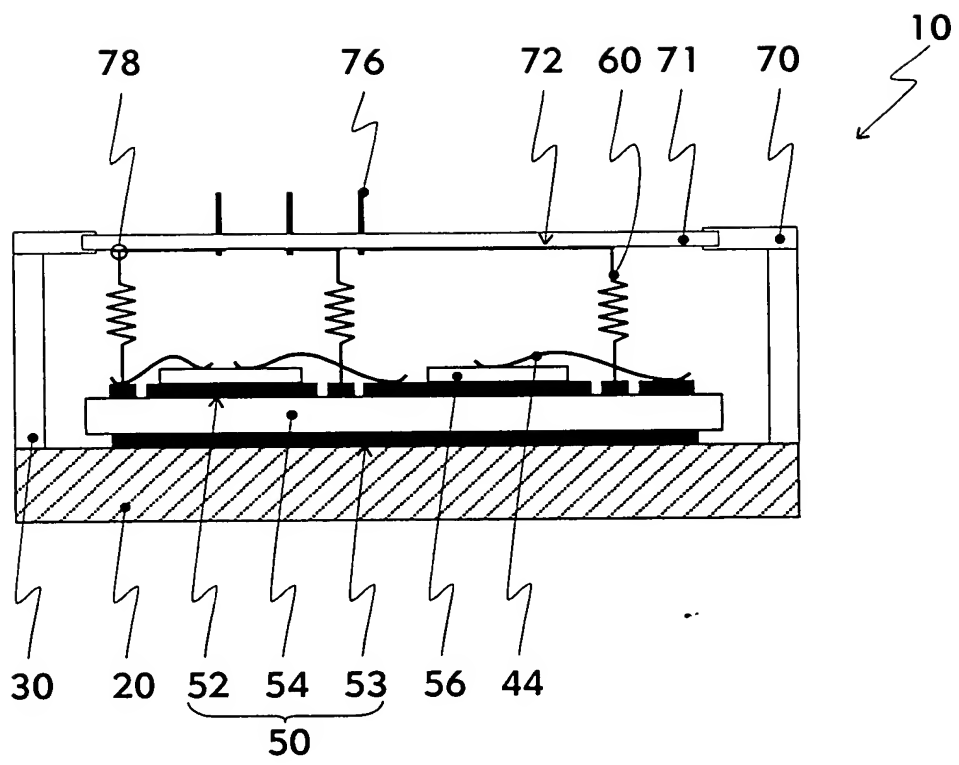


Fig. 3